



01663
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA 1
DE MEXICO 2ej

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACION FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARACTERIZACION DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL
RESULTANTE DE LOS PROCESOS DE MATANZA EN EL
RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA, EDO. DE MEXICO.

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS
MEDICINA PREVENTIVA

M.V.Z. THERESITA LEGASPI PAUL

ASESOR:

M.V.Z. M.C. GUSTAVO ABASCAL TORRES



MEXICO, D.F. 1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**CARACTERIZACION DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL RESULTANTE DE
LOS PROCESOS DE MATANZA EN EL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA
EDO. DE MEXICO.**

**Tesis presentada ante la División de Estudios de Posgrado e Investigación
de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad
Nacional Autónoma de México**

para la obtención del título de Maestría en

Ciencias Veterinarias. Medicina Preventiva.

por

MVZ Theresita Legaspi Paul

Asesor

MVZ MC Gustavo Abascal Torres.

México D.F.

1995

DEDICATORIAS

A mis padres:

Por su amor, comprensión y apoyo.

A mis "Pollitos":

Por ser la razón de mi vida.

Eduardo:

Gracias por tu amor y apoyo.

A mi Jurado:

Ing Oscar González

MVZ Alvaro Barragán

Ing Virginia Alcántara

MVZ Gustavo Abascal

MVZ José Juan Martínez

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo de los Laboratorios IDECA SA de CV, con especial agradecimiento a la Quím. Patricia González Juárez.

A todas las personas que de una u otra forma participaron en la elaboración de este trabajo.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA TESIS	4
MARCO TEORICO	5
MATERIAL Y METODOS	10
RESULTADOS	15
DISCUSION Y CONCLUSIONES	20
LITERATURA CITADA	23
CUADROS	26
FIGURAS	37

CARACTERIZACION DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL RESULTANTE DE LOS PROCESOS DE MATANZA EN EL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA, EDO. DE MEXICO.

Resumen:

Se llevó a cabo un estudio en el Rastro Municipal de Toluca, Edo de México, para evaluar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua de consumo, uso y desecho resultante de los procesos de matanza en este establecimiento. Se describen las propiedades físicas de la planta, los procesos técnico-administrativos, número de animales sacrificados, volumen de agua utilizada, y los parámetros fisicoquímicos de las aguas potables y residuales, comparándolas con las especificaciones de la NOM-CCA-022-ECOL/1993 a través de cuatro muestreos durante el mes de julio, los resultados obtenidos presentaron incrementos en la DBO (2636%), grasa y aceites (725%), nitrógeno amoniacal (42%), sólidos totales (9256%), sólidos sedimentables (323%). Además, se determinaron pH de 7.0 Número Más Probable (2400 colonias /ml), temperatura promedio del agua de 21.1 grados centígrados con un gasto de 6118 litros de agua para el sacrificio y un tiempo promedio de matanza por animal de 15 minutos.

Se constató que la materia orgánica procedente de los tejidos, excretas, secreciones de los animales, son eliminados conjuntamente con el agua a los sistemas de drenaje, lo que constituye un problema para la regeneración del cuerpo de agua receptor, debido a la alta concentración de materia orgánica, sólidos suspendidos y microorganismos infectantes presentes en los efluentes.

Palabras clave: rastro, aguas residuales, drenaje, parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

**CHARACTERIZATION OF THE WATER AND WASTEWATER OF THE
SLAUGHTERING PROCESS IN THE TOLUCA MUNICIPAL
SLAUGHTERHOUSE, STATE OF MEXICO.**

A study was carried out to determinate the physicochemical and bacteriological characteristics of the fresh, process and waste waters of the slaughtering activities. The facilities of the house are described, the technical-administratives processes, animal slaughtering, water volumen used, and the physicochemical parameters of the wastewaters, comparing vs. actual normativity (NOM-CCA-022-ECOL/1993) especifications, four samples were taken during july; the results were higher against the NOM limits, except pH; the NMP were greater than 2400 colonies per ml; the temperature was 21.1 ° C, the flow during slaughtering was 6,118 litres and it takes 15 minutes per animal processed.

It was confirmed that great quantity of organic matter comes out from the animals tissues, secretions and excrements are eliminated with the wastewaters, with no further water treatment, resulting in a problem for the purifications of the recerving waterstream due to the high concentration of organic matters and microorganisms.

Keywords: wastewaters slaughterhouse, physicochemical, bacteriological parameters.

CARACTERIZACION DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL RESULTANTE DE LOS PROCESOS DE MATANZA EN EL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA, EDO. DE MEXICO.

INTRODUCCION

En la industria de la carne, el abastecimiento de agua potable, control y eliminación de aguas residuales es una condición que merece una atención particular.

Tradicionalmente esta actividad ha sido responsabilidad de las diferentes áreas de la Ingeniería, sin embargo, la participación del médico veterinario resulta de valor, si se toma en cuenta que los principales contaminantes existentes en un rastro provienen de los animales, y se generan durante las operaciones de matanza, disminuyendo gradualmente durante la elaboración de derivados cárnicos.

Los animales durante el sacrificio, eliminan sangre, leche, semen, bilis, contenido gastrointestinal, orina, pus y tejidos necrosados, que contienen microorganismos, y que son arrastrados hacia los sistemas de recolección y eliminación de desechos líquidos al igual que el agua utilizada en los procesos de lavado durante y después de la matanza. Esta situación, se complica aún mas, cuando los diseños de construcción de las plantas, particularmente los relacionados con los sistemas hidráulicos, no cumplen con las especificaciones requeridas.

Las deficiencias en el diseño de los muros, ventanas, pisos, etc., pueden contribuir a incrementar la contaminación ambiental dentro del rastro, aumentando así la carga microbiana hacia las aguas residuales.

La producción de desechos sólidos (estiércol, grasas, pelos entre otros) que se mezclan con el agua durante las tareas de lavado de vísceras y otras partes de la canal, así como los residuos provenientes de la limpieza de las instalaciones, incluidos los corrales de los animales, dan como resultado gran variedad de contaminantes (físico-químicos, biológicos y microbiológicos)

La reciente aparición de Normas Oficiales Mexicanas sobre el control de la calidad

de las aguas encaminada al cuidado del ambiente y que abarca entre otras áreas a la pecuaria, es poco específica en relación a la calidad del agua potable y descarga de aguas residuales en los procesos de matanza de animales, en los que, si bien se busca favorecer la calidad sanitaria de la carne, no se han considerado los desechos finales que resultan de este proceso y que afectan al ambiente.

El desarrollo de la infraestructura agropecuaria, particularmente en el renglón de los rastros no ha evolucionado de manera paralela con la demanda de la carne y sus derivados primarios, de tal suerte que en los últimos años, se han construido pocos establecimientos y en contraposición se han cerrado otros como el Rastro de Ferrería, principal centro de matanza y abastecimiento del D.F. y área conurbada.

Algunos de los que continúan funcionando presentan un deterioro gradual que hasta ahora no ha sido cuantificado.

Con el objetivo de empezar a delinear los marcos de referencia que permitan cuantificar este deterioro de los rastros, se pretende realizar una caracterización de las aguas del Rastro Municipal de Toluca, que permita efectuar una investigación sobre la calidad del agua utilizada durante los procesos de matanza, así como las aguas residuales resultantes y su comparación con las especificaciones que regulan las normas correspondientes.

OBJETIVO

Evaluar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas de consumo, uso y desecho resultante de los procesos de matanza en el Rastro Municipal de Toluca del Edo. de México.

ALCANCE DE LA TESIS

Con este trabajo se pretende iniciar una línea de investigación sobre los posibles efectos que resultan de la industria pecuaria hacia el ambiente natural y antropogénico, determinando los principales contaminantes presentes en el agua que se generan durante los procesos de la matanza, así como la propuesta de modificaciones al proceso para disminuir los daños referidos.

Generar las bases para delinear un marco de referencia que permita cuantificar el deterioro de los rastros.

MARCO TEÓRICO

La óptima utilización y reducción de los residuos, es un objetivo esencial en la economía y sanidad de los procesos de producción de todas las plantas de alimentos, (10).

Las aguas naturales poseen una capacidad limitada de autopurificación, cuando ésta se agota se rompe el equilibrio natural representado por microorganismos capaces de utilizar la materia orgánica como alimento. Existe gran cantidad de contaminantes humanos, animales, agrícolas e industriales que han introducido al ambiente, elementos en pequeñas cantidades que se han incorporado a la cadena alimenticia (30).

Las industrias, gobiernos y comunidades, están prestando atención a la eliminación de desperdicios de tal forma, que no impidan la utilización de las corrientes de agua para otros fines, y evitar que puedan constituir un riesgo para la salud y el ambiente (10, 11).

Existen publicaciones que describen casos específicos como el del Lago Kinneret en Israel, donde sus aguas se utilizan para la pesca comercial, recreación, turismo uso agrícola y doméstico.

Aquí se registró la muerte de 3000 aves acuáticas (Larus ridibundus), a consecuencia de toxinas botulínicas del tipo C. Las investigaciones revelaron que:
- En un tiradero situado en las cercanías del lago, habían sido enviados desechos de un rastro avícola y no habían sido dispuestos de acuerdo a la legislación.
- Los sedimentos y la vegetación del lago resultaron negativos a la presencia de la toxina.(1, 11).

En Eslovaquia entre marzo y mayo de 1993, se realizaron investigaciones de aguas residuales procedentes de rastos, encontrándose bacterias (E.coli, Proteus, formas esporuladas aerobias, Pseudomonas, Alcaligenes y bacilos gram negativos no fermentativos); identificándose hongos (géneros Mucor, Paecilomyces, Fusarium, Calenularia fuliginosa); se hallaron protozoarios (Eimeria isosporas), así como huevos de helmintos (Ascaris, Fasciola hepática, Hymenolepis, Trichuris, Oesophagostomum y Taenia, de los cuales predominaron los de Ascaris suum) (6).

En Italia se realizó un estudio semejante, durante el periodo comprendido de octubre de 1986 a julio de 1987, se muestrearon paralelamente 5 criaderos de ganado de

carne, 3 granjas de cerdos, y 18 rastros, identificando la presencia de Salmonella s.p., Yersinia enterocolitica y Campylobacter tanto en las muestras procedentes del agua del rastro, como en las aguas de las granjas (4, 14, 27).

Algunas investigaciones determinan que las descargas de los rastros constituyen fuentes de contaminación al ambiente por la presencia de microorganismos como la Salmonella arizona, S. derby, S. lexington, S. newport, S. weltevredlen, S. argona, S. bialfra, S. schwarzengrund, S. anatum, (5,6,7,9,10,13, 26); C. perfringens (5,7); Listeria monocytogenes (2,12); microorganismos mesófilos (6, 7) y virus (4).

Las plantas procesadoras de carne, generan desperdicios que no son eliminados correctamente mismos que deben de recibir un tratamiento previo a la salida del establecimiento; desde el punto de vista higiénico, la evacuación de estos desechos involucra a contaminantes que por su naturaleza son perjudiciales para el ambiente la salud humana y animal (1,11,16).

Los animales cuando llegan al rastro son portadores potenciales de enfermedades y parásitos transmisibles al hombre, por lo que se toman medidas de prevención durante los procesos de matanza, para disminuir el riesgo de enfermedades a través de estos productos.

Las precauciones tomadas para evitar la dispersión de los gérmenes o residuos de los animales como agentes infecciosos a través de las aguas residuales de los rastros, son pocas, incluso en las plantas más modernas, no se considera este punto y las aguas procedentes de la matanza se mezclan con los drenajes municipales trayendo como consecuencia un incremento en la Demanda Bioquímica de Oxígeno, la Demanda Química de Oxígeno, la presencia de grasas, proteínas y otros solutos (pelos, sangre etc), que se pueden considerar como una contaminación producida por una población equivalente de 40 000 a 50 000 personas (8, 28).

La información sobre los riesgos que implica la presencia de estos contaminantes en la naturaleza es escasa, siendo partículas que favorecen la sobrevivencia de los microorganismos, de ahí la importancia de su determinación antes de la salida a través de los sistemas de drenaje (8, 14, 15).

Los desperdicios corporales, alimentos, papel, trapos y gérmenes, que forman parte de los sólidos presentes en las aguas residuales, son atacados por las bacterias dependiendo de la temperatura y la presencia de oxígeno, dando como resultado los procesos de putrefacción afectando la rapidez de estabilización de la materia orgánica, el nivel de saturación del oxígeno molecular y la rapidez de aireación, al aumentar la temperatura se incrementa la constante de degradación, cambiando el

pH, incrementándose la demanda del oxígeno y obstaculizándose la capacidad de autopurificación del agua (11, 18).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), es el oxígeno consumido en la descomposición biológica actual de una muestra residual siendo una simulación del proceso microbiano de autroputrefacción. La baja solubilidad del oxígeno limita la capacidad de purificación de las aguas naturales, en las aguas residuales es el factor que determina si los cambios biológicos se llevan a cabo por organismos aerobios o anaerobios, los primeros usan el oxígeno molecular, para oxidar la materia orgánica y producen sustancias finales inocuas, mientras que los segundos primero están los que realizan una fermentación cuyos productos son utilizados por bacterias para producir metano, además de bióxido de Carbono y otros gases que muchas veces desprenden olores repugnantes (11, 18).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es ejercido por tres clases de materiales:

- Material orgánico carbonoso utilizable como fuente de alimento por los organismos aerobios.
- Nitrógeno oxidable derivado del amoníaco y compuestos de nitrógeno orgánico producido por bacterias específicas (nitrosomonas, nitrobacter).
- Ciertos compuestos químicos reductores (hierro, ferroso sulfitos, sulfuros, aldehídos) que reaccionan con el Oxígeno disuelto molecular, (16,30).

La velocidad de la reacción es proporcional a la cantidad de materia orgánica oxidable, remanente y es modificada por la población de organismos activos.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), es la medida del oxígeno equivalente a la porción de material orgánico presente en una muestra de agua capaz de oxidarse por procedimientos químicos, cuando predominan los desechos de materia química y no bioquímicamente oxidada, la demanda química es mayor que la biológica (contenido de celulosa, desechos textiles, papel), es importante ya que indica también presencia de sustancias tóxicas y sustancias orgánicas resistentes biológicamente (16,17, 30).

El nitrógeno como el oxígeno están clasificados como poco solubles y como no reaccionan con el agua químicamente, su solubilidad está en proporción directa con sus presiones parciales, dependiendo de la temperatura y la cantidad de sólidos disueltos. Las tasas de oxidación biológica aumentan con la temperatura y se aumenta la demandad de oxígeno (16,30).

Los desechos humanos y animales presentes en las aguas residuales contienen nitrógeno en forma orgánica, en condiciones aerobias las bacterias nitrificantes convierten al amoníaco en un producto característico de la materia orgánica que se puede oxidar microbiológicamente a nitritos y nitratos. Estos procesos ocurren

naturalmente en las corrientes de agua y contribuyen con los procesos de autopurificación. Las altas concentraciones en ríos es probable que se deriven de la disolución de fertilizantes de los terrenos agrícolas o descarga de residuos de animales o industriales.

El amoníaco en solución acuosa es tóxico para la fauna acuática a bajas concentraciones y ésta dependerá del pH y la temperatura, ya que éstos afectan las proporciones del amoníaco libre en equilibrio con los iones amoníaco y aumenta si se incrementa el pH y la temperatura. Su presencia reduce la efectividad de la cloración. La nitrificación complica la determinación en el laboratorio de la DBO. (18, 30)

El nitrógeno presente en el agua, se encuentra en forma de proteína y amoníaco, a medida que pasa el tiempo, el nitrógeno orgánico se transforma en amoníaco y se encuentra en condiciones aerobias indicando contaminación orgánica, en condiciones sin oxígeno molecular, son reducidos por procesos de desnitrificación, eliminando el nitrógeno de los desechos (18, 30).

La presencia de grasas y aceites en las aguas como una emulsión de residuos, incluye a los glicéridos de origen animal y vegetal, ceras, ácidos grasos, provocan problemas de olores y sabores desagradables, afectando el sabor de los peces para consumo humano, pueden diseminar gérmenes patógenos adheridos a los glóbulos (18):

ALGUNOS CONTAMINANTES Y SU INFLUENCIA EN EL AMBIENTE.

A continuación se resume algunos contaminantes su fuente y su repercusión ambiental (11):

Contaminantes ambiental	Fuente	Significado
Sólidos suspendidos	doméstico Industrial erosión	depósito de lodos y condiciones anaerobias en el medio acuático.
Biodegradables orgánicos	domésticos Industrial	degradación biológica con aumento de consumo de oxígeno resultando en el agua condiciones indeseables.
Patógenos	domésticos	enfermedades transmisibles
Nutrientes	domésticos	eutroficación
Refractarios orgánicos	industriales	problemas de olor y sabor, tóxicos o carcinogénicos.
Metales pesados	industriales minería	tóxicos, interfiere con el reuso del agua
Sólidos inorgánicos	Incrementan el nivel de suministro de agua por uso doméstico e industrial	interfiere con el reuso

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo, transversal apegado a pruebas de laboratorio por medio de las cuales se evaluó la calidad del agua en el Rastro Municipal de Toluca, Edo. de México, en julio de 1995.

A) Ubicación en el espacio:

Rastro Municipal de Toluca.
Carretera Toluca- Naucalpan. Av López Portillo,
1er Retorno de Alfredo del Mazo Km 2-1/2

B) Ubicación en el tiempo:

ACTIVIDADES	TAREAS	FECHAS
Trabajo Teórico	Investigación documental Elaboración de protocolo	Octubre-Abril 94-95
Trabajo Práctico	Toma de muestras Procesamiento y Pruebas de campo	Mayo-Junio-Julio 95
Trabajo escrito	Análisis y procesamiento de resultados Elaboración de documento final	Agosto 95

Descripción de los procesos de matanza y actividades complementarias determinando:

- Promedio de sacrificio por semana, día, según especie.
- Evaluación del volumen promedio de agua requerida por animal durante el proceso de matanza.
- Promedio del volumen de sangre, orina, heces y contenido estomacal eliminado por animal

- Tiempo requerido por animal faenado.
- Diagrama de flujo de uso del agua (suministro y eliminación)

Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la potabilidad del agua medida en la red de suministro.

- Se tomó un volumen de 200ml de agua para efectuar las siguientes determinaciones :

Características Bacteriológicas:

- Organismos coliformes totales, Técnica de Número más probable (NMP).
- Número de Organismos fecales, Técnica de Número más probable (NMP).

Características organolépticas y físicas: (26)

- Aspecto
- pH
- Olor
- Color
- Turbiedad

Las determinaciones se hicieron de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas y a las recomendaciones para el análisis de agua de WEF-APHA-AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Se muestreó una vez por semana, durante el mes de julio, las muestras fueron tomadas del nivel de entrada de la red de suministro, fiaméandose la boca del tubo antes de abrir la llave, posteriormente se tomó 200 ml de agua en frascos de vidrio estériles, tapándose herméticamente y fueron transportadas en refrigeración (4°C), al Laboratorio Nacional de Salud Pública de la Secretaría de Salud, donde se preparó diluciones decimales para efectuarse las pruebas bacteriológicas con la técnica del NMP.

Las pruebas organolépticas y físicas del agua potable se efectuaron en el mismo instante de la toma de muestra.

Se analizó el agua residual en el registro de los efluentes del rastro conforme a la NOM-CCA-022-ECOL/ 1993 que establece los límites máximos permisibles de

contaminantes en las cargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de matanza de animales y empacación de cárnicos.

Las muestras fueron tomadas desde que inició el proceso de la matanza hasta que terminó, tomándose 4 muestras con intervalos de 1 hora entre una y otra, determinando a cada una los 7 parámetros establecidos en la NOM-022-ECOL/1993 de acuerdo a las siguientes técnicas:

- Determinación de Nitrógeno total:
Método de Kjeldahl. NOM-AA-26-1980.
- Determinación de pH :
Método Potenciométrico NMX-AA-8-1980.
- Determinación de la Demanda bioquímica de oxígeno Método de incubación por diluciones (mg/l), NMX-AA-28-1981.
- Determinación de Sólidos sedimentables. Método del Cono de Imhoff. NMX-AA-4-1977
- Determinación de Sólidos suspendidos totales.
Método gravimétrico. NMX-AA-34.
- Determinación de Grasas y aceites.
Método de Soxhlet. NMX-AA-5-1980.
- Determinación de Coliformes totales. Tubos múltiples de fermentación (NMP)
NMX-AA-42-1987.

La toma de muestra se efectuó a la salida del efluente del rastro, en envases inertes, obteniéndose 4 "muestra simples " que formaron una " muestra compuesta" de acuerdo a la NOM AA-3-1980 "Aguas residuales" Muestreo.

Durante las cinco horas de matanza del rastro, se tomó cada hora una muestra simple* con base en el caudal medido en el sitio con el método Area/velocidad.

¹*Muestra individual tomada en un corto período de forma tal que el tiempo empleado en su extracción sea el transcurrido para obtener el volumen necesario.

Una vez calculada la cantidad de ml de muestra simple que formó la muestra compuesta**, se procedió a prepararla de acuerdo al parámetro a estudiar, identificándose cada una de ellas.

Para la determinación de sólidos sedimentables se tomó 1 l de la muestra compuesta y de acuerdo a la NMX-4-1977, se procedió a efectuar la lectura una hora después reportándose en ml / l.

Para la determinación de grasas y aceites se tomó 100 ml de muestra compuesta en frascos de vidrio de boca ancha de un litro de capacidad, se preservó a un pH de 2 con la adición de 5cm³ (ml) de HCl concentrado, se mantuvo a 4°C y se transportó al laboratorio en donde se procesó por la técnica de Soxhlet.

La determinación de pH, se efectuó en el sitio de muestreo.

Para la determinación de Nitrógeno total, se tomó 500 ml de muestra compuesta en frascos de vidrio, se preservó con 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, se mantuvo a 4°C y se transportó al laboratorio.

Para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, se tomó un volumen aproximado de 300 ml de muestra compuesta en frascos de vidrio, se conservó a 4 °C y fue transportada al laboratorio.

Para la determinación de sólidos totales, se tomó una muestra de 100 ml en frascos de plástico, se mantuvo a 4° C y fue transportada al laboratorio donde se procesó.

Para la determinación de organismos coliformes totales y fecales, se tomó una muestra de 200 ml en frascos estériles, se mantuvo a 4° C y se transportó al Laboratorio Nacional de Salud Pública de la SSA.

Los parámetros fisicoquímicos fueron procesados en un laboratorio especializado.

Se llevó a cabo una descripción de las secciones que conforman el rastreo.

2

**Es la que resulta del mezclado de varias muestras simples

Los resultados de los parámetros fueron comparados con la tabla. 1 de la NOM-CCA-022-ECOL/1993 correspondiente a:

Parámetro	Límites máximos permisibles	
	Promedio diario	Promedio Instantáneo
pH (unidades de pH)	6 - 9	6 - 9
DBO 5 (mg/l)	200	
Sólidos sedimentables(ml/l)	1.0	
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	200	
Grasas y aceites (mg/l)	30	
Nitrógeno amoniacal (mg/l)	20	
No. máximo de coliformes totales (NMP)	10,000 límite promedio diario/100ml	

RESULTADOS

Procesos de matanza y actividades complementarias.

Proceso de matanza: El sacrificio de los animales bovinos, suinos y ovinos comprende dos fases: a) insensibilización y b) desangrado. La primera se llevó a cabo en los bovinos, utilizando una pistola de émbolo oculto cuyo disparo se hizo en el hueso frontal y algunas veces en el occipital.

En los cerdos se aplicó una tenaza a nivel de la parte posterior de las orejas y se hizo pasar una corriente eléctrica de bajo voltaje (75-80 volts) durante 5 segundos.

Los ovinos no se insensibilizaron.

El desangrado en los bovinos se efectuó através de una incisión en el cuello a nivel del golfo de las yugulares cortando la arteria carótida y la vena yugular, dejándolos desangrar 3 minutos aproximadamente; el volumen obtenido de sangre en promedio por animal fue de 10 litros.

En los suinos se puncionó la depresión que se encuentra por arriba del esternón hasta lograr un corte de la vena cava; el promedio de sangre obtenido por animal resultó del orden de 4 litros, con un tiempo promedio de desangrado de 2 minutos.

En el caso de ovinos, éstos se decapitaron, el promedio de sangre por animal fue de 2 litros.

La sangre de los animales se vertió directamente a los desagües, exceptó la de los cerdos que se recolecta para ser utilizada para consumo humano.

Posteriormente los animales se faenaron de acuerdo a la especie, según se indica:

-Los bovinos se colgaron de un riel a una altura superior a los 3 metros y se seccionó la cabeza y patas, inmediatamente se separó la piel se abrió por la línea media para eviscerarse. Las vísceras se unieron conteniendo el hígado, corazón y tráquea y por otro lado las panzas, intestinos y bazos. Sus contenidos en promedio de 20 litros, se lavaron y eliminaron a través de los desagües que se encuentran en el piso de las salas hacia el drenaje del rastro; cada animal eliminó en promedio 10 kg de excreta antes del sacrificio junto con 6 litros de orina.

-Los cerdos se sometieron a un escaldado en agua caliente a 70 a 80 °C, se depilaron, obteniéndose un kilo de cerda por animal, se incidieron por la línea media y se les extrajo las vísceras procediéndose de igual manera para lavarse que en el caso de los bovinos, siendo su contenido aproximadamente de 3 litros; antes del sacrificio se eliminó dos kilos de excreta junto con 1.5 litros de orina por animal.

-El proceso en ovinos fue similar al de los bovinos; obteniéndose dos litros de contenido ruminal; antes del sacrificio se eliminó dos kilos de excretas junto con un litro de orina por animal

Promedio de animales sacrificados

El número de animales sacrificados por día fue de 194, 361, 102 y 217 , dando un promedio de 335 bovinos, 510 cerdos y 29 ovinos por semana, con un promedio diario de 84 reses, 128 cerdos, y 7 ovinos (Cuadro 11).

Volumen promedio de agua y tiempo de matanza

El volumen promedio de agua requerida por animal durante la matanza fue de 7 litros, siendo para bovinos 9 litros, para cerdos 6 litros y ovinos 5 litros, con un gasto total de 6,118 litros, ocupando un tiempo de matanza de 15 minutos en promedio por animal (cuadro 11). Se utilizó 40 litros de agua en promedio para la limpieza de la sala después de la matanza.

Diagrama de flujo de uso del agua.

El aprovisionamiento de agua se hace a partir de un pozo propio y de una cisterna en la que se mezclan las aguas del pozo con las de la red municipal para bombearse a un tanque elevado y darle una presión mayor de 3.6 kilogramos por centímetro cuadrado para su distribución a las salas del rastro. (figura 1).

Parámetros fisicoquímicos de la potabilidad del agua medida en la red de suministro

Las pruebas bacteriológicas presentaron una cuenta de organismos coliformes totales y fecales mayor de 240 organismos por 100 mililitros.

En las características organolépticas y físicas se obtuvieron los siguientes resultados:

Aspecto: líquido

pH: 7

Olor y color: característico

Características fisicoquímicas de aguas residuales:

Los resultados en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), disminuyeron gradualmente durante los días de muestreo, sin embargo fueron superiores al límite máximo permisible establecido en la NOM, se presentaron incrementos de 3,775% a valores mínimos de 1,630% (Cuadros 1,2,3,4,5).

En el caso de las grasas y aceites, los valores fluctuaron de 374 mg/l a valores mínimos de 147 mg/l, con incrementos de 1,146% a 390% (Cuadros 1,2,3,4,5).

Los valores de Nitrógeno amoniacal fueron de 43.92 mg/l a 10.85 mg/l, con incrementos de 120% (Cuadros 1,2,3,4,5).

El valor de pH se encontró dentro del parámetro establecido en la NOM, con una lectura máxima de 7.4 y una mínima de 6.6. (Cuadros 1,2,3,4,5)

Los sólidos totales, presentaron valores de 3,150 a 860 ml/l, con un incremento máximo de 15,650% y un mínimo de 4200%. (Cuadros 1,2,3,4,5).

Los sólidos sedimentables presentaron valores de 90 a 4.5 ml/l con incrementos de un 800% . (Cuadros 1,2,3,4,5).

El resultado del número más probable se registró en más de 2400 colonias/ml.

En las determinaciones de campo, el promedio de temperatura fué de 19.4 °C (Cuadros 6,7,8,9).

El gasto de agua (l/seg) se presentó con un mínimo de 2.4 y un máximo de 6.0 l/s. (Cuadros 6,7,8,9)

En todas las muestras hubo presencia de olor y color, sin formación de burbujas (Cuadros 6,7,8,9).

El promedio ponderado por animal sacrificado de DBO fué de 27.89 mg/l ; para grasas y aceites de 1.20 mg/l ; del Nitrógeno amoniacal de 0.13 mg/l ; para Sólidos Totales de 9.05 ml/l; Sólidos Sedimentables de 0.18 ml/l, con un pH de 6.9 (Cuadro 10).

El registro mayor para gasto másico de DBO, Nitrógeno Amoniacal , Sólidos Totales Y Sólidos sedimentables se obtuvo en el primer muestreo con valores de 46,722.42mg/s, 265.26 mg/s , de 9494.10 y 541.8 mg/s respectivamente; para Grasas y Aceites fue de 1480.54 mg/s en el segundo muestreo (Cuadro 13).

Se registró un gasto másico de kg DBO/d de 4,036.8 con un valor unitario equivalente de Kg de DBO por animal de 20.8 para el primer muestreo; para el segundo fue de 2,292.05 gasto másico con un valor unitario de 6.34; para el tercero 1,059.69 con un valor equivalente unitario de 10.39 y para el cuarto muestreo de 863.35 con valor unitario de 3.97 (Cuadros 13,15).

Se registró un gasto másico de Kg de grasas y aceites/d de 79.17; 127.91; 31.16; y 93.32 con valor unitario equivalente de 0.40, 0.35, 0.30 y 0.43 respectivamente (Cuadros 14,16).

El gasto másico Kg de Nitrógeno amoniacal/d de 22.9; 11.7; 2.3; 7.4, con valor unitario equivalente de 0.118, 0.032, 0.022, 0.034 respectivamente para los 4 muestreos (Cuadro 14,17)..

El gasto másico Kg de sólidos totales/d respectivamente fue de 820.29; 766.62; 182.26; 783.82 con valor unitario equivalnete de 4.23, 2.13, 1.78, 3.62 (Cuadro 14 18).

La relación entre los parámetros fue de 4678.7 % para la DBO; para grasas y aceites fue de 4104.9%; para Nitrógeno amoniacal fue de 9956.5% y para los sólidos totales de 4500.6%.

8. Descripción de las secciones del rastro.

El rastro Municipal de Toluca, se localiza cerca de una zona habitacional, consta de

una superficie de 500 metros cuadrados, divididos en áreas verdes, construcción y anexos. (ver fig.) . Abastece al 45 % del estado de México y cuenta con un total de 76 empleados.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

-De los siete parámetros estudiados y comparados con la NOM-CCA-022-ECOL/1993, la DBO constituye el parámetro más importante, cuya finalidad está asociada para determinar la calidad del agua residual.

-Dentro de las características del agua resultante del proceso, se observó que materia orgánica procedente de los residuos de tejidos, excretas, secreciones, pelos, etc, sale conjuntamente con el agua a los sistemas de eliminación sin que se de algún tratamiento previo, lo que hace suponer que la DBO alcanzará cifras altas, sin embargo al efectuarse el gasto másico entre DBO y animales sacrificados se vió en el primer muestreo una desproporción, ya que ese día en particular el sacrificio de los animales se llevó a cabo en un horario diferente y a una velocidad promedio de 67 segundos por bovino, utilizándose menor cantidad de agua por animal, lo que puede interpretarse como una concentración de residuos orgánicos en el agua de desecho.

-En los otros tres muestreos la DBO fue menor con mayor número de animales sacrificados, el volumen de agua utilizado fue mayor. Estos datos coinciden con lo expresado por Klinger y Marchaim (8), quienes mencionan que el contenido intestinal, sangre, orina y otros desperdicios de los animales sacrificados, incrementan la DBO junto con organismos patógenos.

-Se asume que la DBO en Kg por día es más alta con relación directa al número sacrificado de animales, ya que está determinada por la cantidad de proteínas, grasas y materia orgánica presente en las aguas residuales, que será oxidada por las bacterias presentes.

-Entre más constante se registre el valor unitario equivalente de Kg de DBO por animal, implica que hay un aprovechamiento del agua, en el caso del primer muestreo se registró 20.8 valor muy lejos de los obtenidos en los otros muestreos lo que hace suponer un desperdicio de agua en el primer caso.

-Los parámetros de grasa y aceites, nitrógeno y sólidos totales sus valores altos indican la necesidad de tomarlos en cuenta para determinar que tratamiento del agua se debe de aplicar antes de su eliminación por cualquier vía. A pesar de que algunos de ellos como la determinación de sólidos ayuda para valorar la concentración de las aguas residuales y determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento y el diseño de tanques de sedimentación primaria, es necesario efectuar el estudio de todos para valorar el tipo de planta a utilizar y dar una disminución de contaminantes lo mejor posible.

-La presencia de los sólidos totales, sedimentables, nitrógeno, grasas y aceites, desde el punto de vista higiénico-sanitario, no representan un gran peligro como tales elementos, sin embargo ayudan a la sobrevivencia de microorganismos patógenos que si están presentes en las aguas residuales y que pueden ser eliminados antes de salir y mezclarse con las aguas del drenaje.

-La calidad bacteriológica del agua de entrada (potable), rebasó el límite permitido (2 colonias por 100 ml) por lo que la carga inicial, puede suponer la existencia de otros microorganismos incluso de patógenos, que se sumarían a los microorganismos eliminados a partir de los animales, incrementando así la cuenta final.

-El resultado obtenido del análisis bacteriológico del agua residual fue de 2400 microorganismos por mililitro, valor aproximado al señalado en el estudio de los cambios de población bacteriana antes de un tratamiento de fermentación termofílica metanogénica anaerobia del contenido del rumen y estiércol de bovinos en un rastro piloto cuyo valor promedio fue de 2300 coliformes por mililitro, la diferencia puede explicarse por haber incluido en las muestras además de los residuos de bovinos, que contienen una microflora más rica, los contenidos de los cerdos y ovinos sacrificados.

-Es necesario tomar medidas higiénicas estrictas en las operaciones de los rastros para proteger la salud humana, considerando que estas plantas son la parte final de las infecciones de los animales y la eliminación de sus desechos.

-El contenido intestinal de los animales particularmente el rumen y sus excreciones son un gran problema para el tratamiento de agua debido a que aumenta el contenido de materia orgánica, sólidos suspendidos, DBO, DQO y microorganismos infectantes en los drenajes de los rastros (8).

-No se realizaron más muestreos para determinar la influencia de estos compuestos en la naturaleza debido al costo que implica el estudio del laboratorio, sin embargo con los resultados obtenidos fueron indicativos de la cantidad de kilogramos de materia orgánica, grasa, proteínas que son eliminados por animal sacrificado por día o sea el valor unitario equivalente por animal, valores que se pueden utilizar en un segundo estudio y poder cuantificar la materia orgánica que se tendrá según el número de animales sacrificados.

-Para poder determinar el tratamiento adecuado de estas aguas, es necesario se realice un estudio que implique un muestreo continuo, para identificar el sistema necesario.

-La utilización de una planta de tratamiento de estas aguas podría consistir en un pretratamiento con cribas y trampas de grasa para detener las cerdas, grasas y aceites, un sedimentador primario que detenga la materia orgánica en suspensión y sedimentable eliminándola como lodo para proceder a su tratamiento con una digestión y eliminación del agua (filtros- prensas) y después estabilizarla. La DBO de la parte soluble se elimina al pasar el agua residual a un reactor biológico compuesto por un paso anaerobio inicial seguido de un tanque de aireación, de ahí a un tanque de sedimentación para separar los sólidos (biomasa) del agua tratada. Estos sólidos sedimentables se recirculan hacia el tanque de aireación para mantener la concentración de biomasa en suspensión, cuya edad (período de permanencia) se controla mediante "Purga" (extracción) de los lodos. Los sólidos o lodos biológicos se procesan con los sólidos o lodos primarios. El agua tratada se desinfecta y puede utilizarse en riego o lavado de los corrales; si se utiliza correctamente puede ser una ventaja ya que se podría reutilizar la producción de gas para el mismo rastro como fuente de energía para la electricidad o calderas.

LITERATURA CITADA

- 1.- Borja, R.: Performance and kinetics of an upflow anaerobic sludge blanket reactor treating slaughterhouse wastewater. J Environ Sci. Health. 29:2063-2085 (1994).
- 2.- Boyle, DL. and Sofos, JN.: Growth of *Listeria monocytogenes* inoculated in waste fluids collected from a slaughterhouse. J. of Food Protection 53: (2) 102- 104 (1990)
- 3.- Curds C.R. and Hawkes H.A.: Ecological Aspects of used-water treatment . Academic Press 1993.
- 4.- Herbst, W. and Wekerle, J.: Chloroform-stable, cytopathic viruses in sewage from a cattle and pig abattoir. Fleischwirtschaft. 70: (8) : 898-899 (1990)
- 5.- Hafez, AH. and Alaboudi, AR.: Effluent discharged from Mosul abattoir as a source of *Salmonellae* and *C. perfringens* to environmental contamination. Assiut Vet Med. J. 20: (40) :116-121 (1988)
- 6.- Juris, P. and Gulovic, J. and Lasanda, V.: Bacteriological, mycological and parasitological survey of the contaminantion of abattoir wastewater. Vet Med. 39: (3) . 345-351 (1994).
- 7.- Juris, P. and Planchy, P.: Bacteriological and parasitological survey of slaughterhouse wastewaters contamination Vet Med UZPI : 39: (6) 345-351 (1994).
- 8.- Klinger, I. and M Karchaim, U.: Decontamination of cow manure and rumen content from slaughterhouses by anaerobic methanogenic fermentation. Israel J: of Vet Med. 43 (3) . 181-187 (1987).
- 9.- Krutsch, W.: *Salmonellae* in abattoir sewage. Productia Animala, Zoot. si Med Vet (3): 53-55 (1987)
- 10.- Microbiología e Higiene de los alimentos. Manual para Inspectores sanitarios de mataderos (2a. parte). Centro Panamericano de Zoonosis. Bs As Argentina. Nota técnica No 11 . 1970.

- 11.- Peavy Howard S. and D. R Rowe, and G. Tchobanoglous.: Environmental Engineering. Mac Graw -Hill International Ed. 1985.
- 12.- Pocielcha, J.Z.: and Smithe, K:R. and Manderson, G:J.: Incidence of *Listeria monocytogenes* in meat production enviroments of a South Island (New Zealand) mutton slaughterhouse. Int. J. Food Microb. Amsterdam **13** 321-327 (1991).
- 13.- Poernomo, S. The isolation of *Salmonella* spp. from abattoir effluents in several aeras of Indonesia. Penyakit Hewan Veteriner. **23**. 12-15 (1991).
- 14.- Renieri, G. and Rindi, S.: Investigations on *Salmonella* spp. *Yersinia enterocolitica* and thermophilic campylobacters in effluent from cattle and pig farms and public and private abattoirs. Rivista Italiana D'Igiene. **48** 29-54 (1988).
- 15.- Sangodoyin, A:Y. and Agbawhe, O:M.: Environmental study on surface and groundwater poilutansts from abattoir effluents. Bioresource Technol. **41** . 193-200 (1992).
- 16.- Sawyer Clair N. and Perry L.and MacCarty.and Gene F Parkenk.: Chemistry for Environmental Engineering. Mac Graw -Hill INC. 1994.
- 17.- Secretaría de Salud. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Diario Oficial de la Federación . enero 18 de 1988 México.
- 18.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Manual del Curso Análisis de Agua y Aguas de desecho. Subsecretaría de Planeación General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. (Centro de Investigación y Entrenamiento) 1979.
- 19.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos OM-CCA-022-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de matanza de animales y empacación de cárnicos.
- 20.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM- AA-3-1980 Aguas Residuales.- Muestreo.
- 21.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM-AA-4- 1977. Determinación de Sólidos Sedimentables en Agua

- 22.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM-AA-5-1980. Aguas.- Determinación de Grasas y Aceites.
- 23.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM-AA-8-1980 Aguas. Determinación del pH.
- 24.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM-AA-026-1980 Determinación del Nitrógeno Total.
- 25.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM-AA-28 1981 Análisis del agua. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- 26.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM-AA-34 -1980 Determinación de Sólidos suspendidos totales.
- 27.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos NOM-AA 42 1987 Determinación de Coliformes totales, m Coliformes fecales y Escherichia coli
- 28.- Troeger, K.: Contaminación microbiana de canales porcinos por el agua de escaldado a través del sistema vascular. Fleischwirtsch español (1), 13-18 1989.
- 29.- Untermann, F.: Higiene en la obtención y su procesamiento de la carne. Fleischwirtsch español (1) 3-7 1990.
- 30.- Winkler M; Tratamiento biológico de aguas de desecho: Ed. Limusa. México D.F.1994.

CUADRO 1

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS COMPUESTAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA ESTADO DE MEXICO*

Parámetros	1º muestreo	2º muestreo	3º muestreo	4º muestreo	Valor Máximo	Valor Mínimo
DBO	7750	5680	5000	3460	7750	3460
GyA	152	317	147	374	374	147
N-NH ₃	43.92	29.27	10.85	29.50	43.9	10.85
pH	7	6.8	6.6	7.4	7.4	6.6
SST	1575	1900	860	31.50	3150	860
SSe	90	50	4.5	25	90	4.5
NMP	+ de 2400/ml					

NOTA: Los resultados se reportan en mg/l, excepto pH (unidades) y sólidos sedimentables (ml/l).

*Período del 13 de julio al 27 de julio de 1995

CUADRO 2
COMPARACION DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS EN LA NORMA OFICIAL
MEXICANA NOM-CCA-022-ECOL/1993 CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS*

Párametros	1º muestreo	Norma	Diferencia	Variación (%)
DBO	7750	200	7550	3775
GyA	152	30	122	407
N-NH ₃	43.92	20	23.92	120
pH	7	6 - 9	*	*
SST	1575	20	1555	775
SSe	90	10	80	800
NMP	+ de 2400/ml	10000/100ml		

NOTA: Los resultados se reportan en mg/l, excepto pH (unidades) y sólidos sedimentables (ml/l)

* Valores dentro de la Norma

13 de julio de 1995

CUADRO 3
COMPARACION DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS EN LA NORMA OFICIAL
MEXICANA NOM-CCA-022-ECOL/1993 CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS*

Párametros	2º muestreo	Norma	Diferencia	Variación (%)
DBO	5680	200	5480	2740
GyA	317	30	287	957
N-NH ₃	29.27	20	9.27	46.3
pH	6.8	6 - 9	*	*
SST	1900	20	1880	9400
SSe	50	10	40	400
NMP	+ de 2400/ml	10000/100ml		

NOTA: Los resultados se reportan en mg/l, excepto pH (unidades) y sólidos sedimentables (ml/l)

*Valores dentro de la Norma

14 de julio de 1995

CUADRO 4

COMPARACION DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-CCA-022-ECOL/1993 CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS*

Párametros	3 ^{ER} muestreo	Norma	Diferencia	Variación(%)
DBO	5000	200	4800	2400
GyA	147	30	117	390
N-NH ₃	10.85	20	*	*
pH	6.6	6 - 9	*	*
SST	860	20	840	4200
SSe	4.5	10	*	*
NMP	+ de 2400/ml	10000/100ml		

NOTA: Los resultados se reportan en mg/l, excepto pH (unidades) y sólidos sedimentables (ml/l)
 *Valores dentro de la Norma
 18 de julio de 1995

CUADRO 5

DIFERENCIA DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-CCA-022-ECOL/1993 CON LOS PARAMETROS OBTENIDOS*

Párametros	4º muestreo	Norma	Diferencia	Variación%
DBO	3460	200	3260	1630
GyA	374	30	344	1146
N-NH ₃	29.50	20	9.5	47.5
pH	7.4	6-9	*	*
SST	3150	20	3130	15650
SSe	25	10	15	150
NMP	+ de 2400/ml	10000/100ml		

NOTA: Los resultados se reportan en mg/l, excepto pH (unidades) y sólidos sedimentables (ml/l)
 *Valores dentro de la Norma
 27de julio de 1995.

CUADRO 6

**RESULTADOS DE LOS REGISTROS DE CAMPO DE LAS MUESTRAS*
TOMADAS EN LAS DESCARGAS DEL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA
EDO. DE MEXICO**

1º muestreo

Hora de medición	Temperatura °C		pH	Gasto l/s	conduc - tividad	Presencia de olor	Color	Presencia de burbujas
	Amb.	Agua						
14:15	23	18	7.1	5.91	1000	SI	ROJO	NO
14:45	23	20	7.2	6.13	1700	SI	ROJO	NO
15:15	23	20	7.2	N/R	2600	SI	ROJO	NO
15:45	23	19	7.0	N/R	1300	SI	ROJO	NO
Promedio	23	19.2	7.7	6.02	1650	SI	ROJO	NO

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Área/velocidad.

N/R - Registro ahogado

Hora	Diámetro D m	Diámetro D ² m ²	Area A m ²	Tirante d m	Relación d/D	Relación a/A	Area a m ²	Velocidad V m/s	Gasto q l/s
14:15	.2000	.040	.031	.150	.750	.820	.025	.23	5.91
14:45	.2000	.040	.031	.150	.750	.820	.025	.23	6.13
15:15	.2000	.040	.031	Registro ahogado no se pudo medir gasto					
15:45	.2000	.040	.031	Registro ahogado no se pudo medir gasto					

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Área/velocidad.

Registro ahogado: El volumen del agua es mayor al diámetro del tubo.

*Parámetros instantáneos en la toma de la muestra

CUADRO 7
RESULTADOS DE LOS REGISTROS DE CAMPO* DE LAS MUESTRAS
TOMADAS EN LAS DESCARGAS DEL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA
EDO DE MEXICO.

2° muestreo

Hora de medición	Temperatura °C		pH	Gasto l/s	conduc - tividad	Presencia de olor	Color	Presencia de burbujas
	Amb.	Agua						
5:30	16	20	7.0	6.037	800	SI	ROJO	NO
7:45	17	20	7.1	5.872	1300	SI	ROJO	NO
10:00	20	19	7.2	4.999	1000	SI	ROJO	NO
12:00	23	19	7.6	1.772	700	SI	ROJO	NO
Promedio	19	19.5	7.2	4.6705	950	SI	ROJO	NO

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Área/velocidad.

Hora	Diámetro D m	Diámetro D ² m ²	Area A m ²	Tirante d m	Relación d/D	Relación a/A	Area a m ²	Velocidad V m/s	Gasto q l/s
5:30	.2000	.040	.031	.070	.350	.294	.009	.653	6.037
7:45	.2000	.040	.031	.070	.350	.294	.009	.635	5.872
10:00	.2000	.040	.031	.060	.300	.252	.007	.631	4.999
12:00	.2000	.040	.031	0.420	.210	.150	.004	.375	1.772

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Área/Velocidad.

*Parámetros instantáneos en la toma de muestra

CUADRO 8

**RESULTADOS DE LOS REGISTROS DE CAMPO DE LAS MUESTRAS
TOMADAS EN LAS DESCARGAS DEL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA
EDO DE MEXICO**

3^{er} muestreo

Hora de medición	Temperatura °C		pH	Gasto l/s	conduc-tividad	Presencia de olor	Color	Presencia de burbujas
	Amb.	Agua						
7:15	15	20	7.6	.425	600	SI	ROJO	NO
8:30	19	18	7.1	3.471	1200	SI	ROJO	NO
9:20	19	22	7.1	3.534	1000	SI	ROJO	NO
10:30	20	18	7.3	2.383	700	SI	ROJO	NO
Promedio	18.2	19.5	7.2	2.453	875	SI	ROJO	NO

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Area/velocidad.

Hora	Diámetro D m	Diámetro D ² m ²	Area A m ²	Tirante d m	Relación d/D	Relación a/A	Area a m ²	Velocidad V m/s	Gasto q l/s
7:15	.2000	.040	.031	.023	.115	.060	.0019	.227	.425
8:30	.2000	.040	.031	.055	.275	.197	.0062	.562	3.471
9:20	.2000	.040	.031	.056	.280	.200	.0063	.562	3.534
10:30	.2000	.040	.031	.054	.270	.193	.0061	.393	2.383

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Area/velocidad.

*Parámetros instantáneos en la toma de muestra

CUADRO 9

**RESULTADOS DE LOS REGISTROS DE CAMPO* DE LAS MUESTRAS
TOMADAS EN LAS DESCARGAS DE RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA EDO
DE MEXICO**

4º muestreo

Hora de medición	Temperatura °C		pH	Gasto l/s	conduc - tividad	Presencia de olor	Color	Presencia de burbujas
	Amb.	Agua						
7:00	15	18	7.6	.543	1600	SI	ROJO	NO
8:15	17	20	7.3	3.364	900	SI	ROJO	NO
9:45	20	20	7.3	4.840	800	SI	ROJO	NO
11:30	23	21	7.5	2.803	800	SI	ROJO	NO
Promedio	18.7	19.7	7.4	2.888	1025	SI	ROJO	NO

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Área/velocidad.

Hora	Diámetro D m	Diámetro D' m'	Area A m ²	Tirante d m	Relación d/D	Relación a/A	Area a m ²	Velocidad V m/s	Gasto q l/s
7:00	.2000	.040	.031	.030	.150	.107	.0034	.161	.543
8:15	.2000	.040	.031	.060	.300	.252	.0079	.425	3.364
9:15	.2000	.040	.031	.070	.350	.326	.0103	.472	4.808
11:30	.2000	.040	.031	.060	.300	.252	.0079	.354	2.8039

Nota: Para la medición del gasto se utilizó el Método de Área/velocidad.

*Parámetros instantáneos en la toma de muestra

CUADRO 10

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DEL PROCESO DE MATANZA.

Resultados de los parámetros fisicoquímicos y sus promedios por animal sacrificado y volumen de agua utilizado.

Muestreo	DBO	P/A	GYA	P/A	N-NH ₃	P/A	pH	SST	P/A	SSe	P/A	NA
1º muestreo	7750	39.9	152	.78	43.92	.22	7	1575	8.11	90	.46	194
2º muestreo	5680	15.7	317	.87	29.27	.08	6.8	1900	5.26	50	.13	361
3º muestreo	5000	40.0	147	1.4	10.85	.10	6.6	860	8.48	4.5	.04	102
4º muestreo	3460	15.9	374	1.7	29.50	.13	7.4	3150	14.3	7	.11	217
Promedio		27.8		1.2		.13	6.9		9.05		.18	

Nota: Los resultados se reportan en mg/l, excepto pH (unidades) y sólidos sedimentables (ml/l)

* Se utiliza llave de aspersión.

P/A Promedio por animal sacrificado

NA Número de Animales

CUADRO 11

PROCESO DE MATANZA Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Rastro Municipal de Toluca Estado de México.

Muestreo	Nº de animales sacrificados	especie sacrificada			vol. prom. de agua	TMA	VP/A
		bovino	cerdo	ovino			
1º muestreo	194	58	132	4	1358 l.	15min	7 l
2º muestreo	361	134	207	20	2527 l.	15min	7 l
3º muestreo	102	59	43	-	714 l.	15min	7 l
4º muestreo	217	84	128	5	1519 l.	15min	7 l
total	874	335	510	29	6118 l.	15min	7 l

TMA Tiempo de matanza por animal sacrificado.

VP/A Volumen de agua promedio

CUADRO 12

VOLUMEN PROMEDIO DE DESECHOS POR ESPECIE SACRIFICADA.

Deshechos	Bovinos		Cerdos		Ovicaprios	
	Por Animal	Total Sacrificado	Por Animal	Total Sacrificado	Por Animal	Total Sacrificado
Volúmen de Sangre	10 l.	3350 l.	4 l.	2040 l.	2 l.	58 l.
Volúmen de Orina	6 l.	2010 l.	1.5 l.	765 l.	1 l.	29 l.
Contenido Estomacal	20 l.	6700 l.	3 l.	1530 l.	2 l.	58 l.
excretas	10 kg.	3350 l.	2 kg.	1020 kg.	2 kg.	58 kg.
Cerdas	--	--	1 kg.	510 kg.	--	--

CUADRO 13

GASTO MASICO (mg/s) REGISTRADO POR MUESTREO

Parámetro	1° muestreo	2° muestreo	3° muestreo	4° muestreo
DBO	46722.42	26528.44	12265.00	9992.48
GyA	916.36	1480.54	360.60	1080.11
N-NH3	265.26	136.70	26.61	85.19
SST	9494.10	8873.00	2109.58	9072.00
SSD	541.8	232.5	11.03	72.25

CUADRO 14

kg/DIA/ANIMAL REGISTRADO EN LOS CUATRO MUESTREOS DE ACURDO A CADA PARAMETRO ESTUDIADO

Parámetro	1º muestreo	2º muestreo	3º muestreo	4º muestreo
DBO	4036.8	2292.05	1059.69	863.35
GyA	79.17	127.91	31.16	93.32
N-NH3	22.9	11.78	2.30	7.36
SST	820.29	766.62	182.26	783.82

CUADRO 15
VALOR UNITARIO EQUIVALENTE
kg DE DBO / ANIMAL / DIA

Número de animales sacrificados	kg/DIA	Valor unitario equivalente
194	4036.8	20.8
361	2292.05	6.34
102	1059.69	10.39
217	861.55	3.97

CUADRO 16
VALOR UNITARIO EQUIVALENTE
kg DE GRASAS y ACEITES /ANIMAL / DIA

Número de animales sacrificados	KKG/Dia	Valor unitario equivalente
194	79.17	.40
361	127.91	.35
102	31.16	.30
217	93.32	.43

CUADRO 17
VALOR UNITARIO EQUIVALENTE
kg DE NITRÓGENO AMONIACAL / ANIMAL / DIA

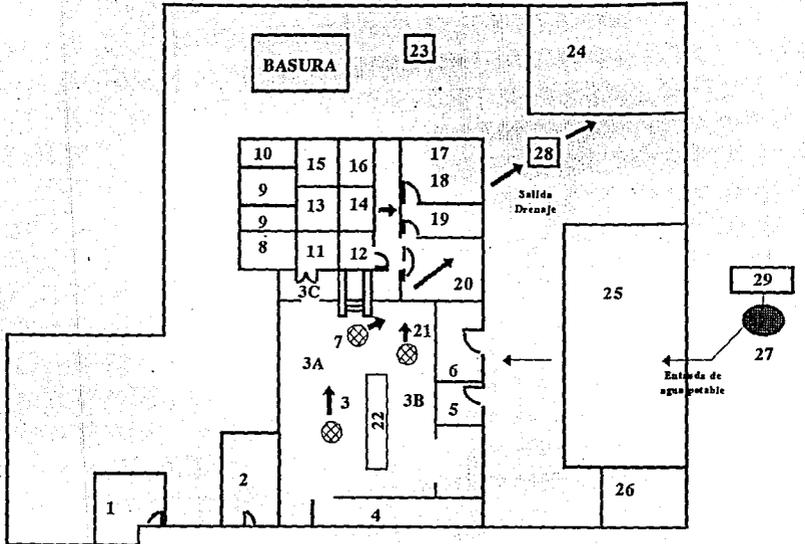
Número de animales sacrificados	kg/Día	Valor unitario equivalente
194	22.9	.118
361	11.7	.032
102	2.3	.022
217	7.4	.034

CUADRO 18
VALOR UNITARIO EQUIVALENTE
kg DE SOLIDOS TOTALES / ANIMAL / DIA

Número de animales sacrificados	kg/Día	Valor unitario equivalente
194	820.29	4.23
361	766.62	2.13
102	182.62	1.78
217	783.82	3.62

PLANO DEL RASTRO MUNICIPAL DE TOLUCA ESTADO DE MEXICO
(VISTA GENERAL)

FIGURA N° 1



37

- 1 DIRECCION
- 2 COMEDOR
- 3 SALA DE MATANZA
- 3A. ZONA DE BOVINOS
- 3B. ZONA DE CERDOS
- 3C. ZONA DE OVICAPRINOS

- 4 SALA DE OREO
- 5 BAÑO
- 6 MANTENIMIENTO
- 7 ZONA DE DESANGRADO
- 8,9,10 CORRALES BOVINOS
- 11,12,13,14,15,16 BOVINOS

- 17,18,19,20 CERDOS
- 21 ESCALDADORA
- 22 TOMA DE AGUA
- 23 CREMATORIO
- 24 FRONTON
- 25 JARDIN

- 26 CANCHA BASQUETBOL
- 27 TANQUE DE AGUA
- 28 REGISTRO DEL DRENAJE
- 29 CISTERNA
- ⊗ ELIMINACION DEL AGUA

DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS DEL RASTRO MUNICIPAL DE
TOLUCA, ESTADO DE MEXICO

FIGURA N°. 2

